



УКРАЇНА

(19) UA (11) 62275 (13) U  
(51) МПК (2011.01)  
B24B 1/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) СПОСІБ КОМБІНОВАНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ

1

2

(21) u201100017

(22) 04.01.2011

(24) 25.08.2011

(46) 25.08.2011, Бюл.№ 16, 2011 р.

(72) ГРАБЧЕНКО АНАТОЛІЙ ІВАНОВИЧ, ПИЖОВ  
ІВАН МИКОЛАЙОВИЧ, ФЕДОРОВИЧ ВОЛОДИ-  
МИР ОЛЕКСІЙОВИЧ, УЗУНЯН МАТВІЙ ДАНИЛО-  
ВИЧ, СТРЕЛЬЧУК РОМАН МИХАЙЛОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) Спосіб комбінованої обробки матеріалів, що  
включає процес обробки у декілька етапів, при  
цьому використовують струмопровідні алмазні

круги, ріжучі властивості яких відновлюють в про-  
цесі обробки шляхом електроерозійної дії, що ке-  
рує, на матеріал зв'язки і алмазні зерна в середо-  
вищі діелектрика, який **відрізняється** тим, що на  
всіх етапах обробки використовують один і той же  
крупнозернистий алмазний круг, причому етап  
чорнкової обробки ведуть з енергією одиничних  
електричних імпульсів не нижче ніж  $10^{-3}$  Дж, на  
етапі чистової обробки енергію одиничних елек-  
тричних імпульсів приймають не вище ніж  $10^{-4}$  Дж, а  
на етапі прецизійної обробки процес електроеро-  
зійної дії переривають.

Корисна модель належить до машинобуду-  
вання, стосується технології обробки різанням і  
може бути використана при шліфуванні і заточу-  
ванні виробів і інструментів з надтвердих матеріа-  
лів (твердість яких складає не менше 20 ГПа). Сю-  
ди належать багато матеріалів (від  
наноструктурних твердих сплавів до алмазу вклю-  
чно).

Відомий спосіб комбінованої обробки металів  
струмопровідним абразивним інструментом, ріжучі  
властивості якого відновлюють в процесі обробки  
електролітичним способом [1]. При цьому як тех-  
нологічне середовище використовують електроліт.

Недоліком відомого способу є відсутність мо-  
жливості безпосередньої виборчої дії на алмазні  
зерна круга, що істотно обмежує технологічні мож-  
ливості процесу обробки, а необхідність застосу-  
вання електролітів вимагає спеціального захисту  
устаткування від корозії.

Відомий спосіб комбінованої обробки, згідно з  
яким процес обробки ведуть у декілька етапів (чо-  
рнова, чистова і прецизійна обробки), при цьому  
використовують струмопровідні алмазні круги, рі-  
жучі властивості яких відновлюють в процесі об-  
робки шляхом електроерозійної дії, що управляє,  
на матеріал зв'язки і алмазні зерна в середовищі  
діелектрика, [2] - прототип. Електроерозійній дії  
піддаються не тільки металева зв'язка круга і  
стружка, що утворюється, але і алмазні зерна. Це  
пов'язано з тим, що при електроерозійній обробці  
під впливом високих температур в зоні розряду  
утворюються продукти піролізу робочого середо-

вища і оброблюваного матеріалу, внаслідок чого  
на поверхні алмазного зерна створюється елект-  
ропровідний шар. Струмопровідні містки, що крім  
того формуються, з елементів стружки між зв'яз-  
кою і оброблюваним матеріалом, періодично кон-  
тактуючи з алмазними зернами, сприяють термо-  
хімічній дії на них.

Недоліком відомого способу є велика трудно-  
стість отримання високої якості обробленої пове-  
рхні. Це зв'язано з тим, що електроерозійна дія на  
алмазні зерна реалізується не вибірково (тобто не  
цілеспрямовано), а в рамках рішення загальної  
задачі відновлення ріжучих властивостей абрази-  
вного інструменту, а для чорнкової, чистової і пре-  
цизійної обробки використовуються круги різної  
зернистості. Особливо важливим слід рахувати те,  
що, якщо вести шліфування згідно з прототипом,  
то для чорнкової обробки необхідно використовувати  
крупнозернисті круги і електричні імпульси  
великої енергії, а на етапі чистової обробки дріб-  
нозернисті круги і імпульси малої енергії. Це обу-  
мовлено наступним - чим більше розмір зерна  
круга, тим більше міжелектродний зазор між зв'яз-  
кою (перший електрод) і другим електродом (на-  
приклад, оброблюваним матеріалом). Поєднання  
крупної зернистості і необхідної при цьому високої  
енергії імпульсів приводить до низької якості об-  
робленої поверхні. В той же час поєднання дрібної  
зернистості і відповідно малої енергії імпульсів  
забезпечує вищий рівень якості, але при низькій  
продуктивності процесу.

(13) U

(11) 62275

(19) UA

Окрім цього у відомому способі не враховуються такі важливі явища, як графітизація алмазу, сприяюча додатковій ініціації електроерозійних розрядів на алмазні зерна, а також пристосованість, яка найяскравіше виявляється при обробці надтвердих матеріалів. А саме ці явища багато в чому сприяють використанню крупнозернистих кругів для прецизійної обробки.

Важливого значення набуває і можлива наявність в алмазних зернах металофази (особливо в зернах великих розмірів), що в ще більшому ступені ініціюватиме дію розряду і інтенсифікуватиме утворення субмікрорельєфу на робочій поверхні алмазних зерен.

В основу корисної моделі поставлено задачу зниження собівартості отримання високої якості обробленої поверхні за рахунок цілеспрямованого використання електроерозійної дії на різні елементи робочої поверхні круга при послідовній реалізації чорнового і чистового етапів обробки, а також використання явища пристосування для здійснення чистової і прецизійної обробки. Це дає можливість на всіх трьох етапах використовувати один і той же крупнозернистий алмазний круг.

Поставлена задача вирішується тим, що на всіх етапах обробки використовують один і той же крупнозернистий алмазний круг, при цьому етап чорнкової обробки ведуть з енергією одиничних електричних імпульсів не нижче ніж  $10^{-3}$  Дж, на етапі чистової обробки енергію одиничних електричних імпульсів приймають не вище ніж  $10^{-4}$  Дж, а на етапі прецизійної обробки процес електроерозійної дії переривають.

Технічний результат полягає в тому, що одним і тим же крупнозернистим кругом послідовно забезпечується можливість високопродуктивної, чистової і прецизійної обробки надтвердих матеріалів.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями. Як випливає з фіг. 1 (1 - зв'язка круга; 2 - алмазне зерно; 3 - стружка; 4 - електрод-інструмент) на етапі чорнового шліфування відбувається комплексна електроерозійна дія на всі елементи робочої поверхні круга: зв'язку, стружку і алмазні зерна. Це дозволяє забезпечити високий ступінь розвиненості ріжучого рельєфу круга, а, отже, реалізувати високу продуктивність обробки. Для цього необхідна енергія одиничних електричних імпульсів не нижче  $10^{-3}$  Дж. На цьому етапі в результаті графітизації алмазу, піролізу робочого середовища і інших чинників алмазні зерна стають електропровідними, що є фундаментом для реалізації чистового етапу обробки.

На етапі чистової обробки (фіг. 2) енергія одиничних електричних імпульсів має бути недостатньою для електричного пробоя зазору між електродом-інструментом і зв'язкою. Для цього при використанні кругів зернистістю 200/160-125/100 необхідна енергія одиничних електричних імпуль-

сів не вище  $10^{-4}$  Дж. При обробці надтвердих матеріалів (в результаті відміченого вище явища пристосованості) в таких умовах на алмазних зернах достатньо швидко сформуються майданчики зносу. Проте завдяки безперервній дії електричних розрядів на вже електропровідні зерна ці майданчики будуть не гладкими, а мати мікро- і субмікроромки, які і виконують процес різання. Таким чином, виборча електроерозійна дія направлена в основному на алмазні зерна круга (що знаходяться в межах величини міжелектродного зазору ( $\Delta 2 < \Delta 1$ )) і дозволяє забезпечувати високу якість обробленої поверхні. На цьому етапі можливо також електроерозійне видалення і струмопровідної стружки, хоча завдяки своїм малим розмірам і значному межзеренному простору (на робочій поверхні крупнозернистих кругів) і малому часу реалізації чистового етапу обробки стружка достатньо вільно розміщується в межзеренному просторі.

На етапі прецизійної обробки (при вимкненому джерелі живлення) в результаті швидкої реалізації процесу пристосованості майданчики зносу стають гладкими (див. фіг. 3) і як би проводять полірування оброблюваної поверхні, забезпечуючи ще вищий рівень її якості.

Приклад використання способу.

Експериментальні дослідження проводилися на базі універсально-заточувального верстата мод. 3D642E, модернізованого для реалізації процесу алмазно-іскрового шліфування. Проводили заточування різців з двох надтвердих оброблюваних матеріалів - синтетичного полікристалічного алмазу марки СКМ-Р твердість (HV) якого складає 100 ГПа і наноструктурного твердого сплаву марки «Волкар» твердість (HV) якого складає 23...25 ГПа. Як джерело живлення використовували генератор електричних імпульсів ГКІ 200-300А. Діелектричне середовище - вода технічна. Порівнювали два способи - згідно з прототипом і пропонований спосіб. У першому випадку обробку вели в два етапи: крупнозернистим кругом 12A2 45°150×10×3×32 AC6 125/100 4 M2-01, а потім кругом на основі мікропорошку алмазу 12A2 45°150×10×3×32 ACM 40/28 4 M2-01. Пропонований спосіб був реалізований із застосуванням одного і того ж круга 12A2 45°150×10×3×32 AC6 125/100 4 M2-01. При цьому на першому етапі (чорнова обробка) енергія одиничних електричних імпульсів складала  $W=2,5 \cdot 10^{-3}$  Дж. ( $U_{\max}=130$  В,  $I_{\max}=130$  А,  $f=22$  кГц), а на другому (чистова обробка) вона була рівною  $W=0,75 \cdot 10^{-3}$  Дж. ( $U_{\max}=150$  В,  $I_{\max}=24$  А,  $f=88$  кГц). На третьому етапі  $W=0$  Дж. Для оцінки ефективності способів використовували два параметри - шорсткість обробленої поверхні (по критерію  $R_a$ ) і штучний час на заточування ( $\dot{O}_{\text{ш}}$ ). Результати експериментів наведені в таблиці.

Таблиця

Порівняльні дані способів обробки

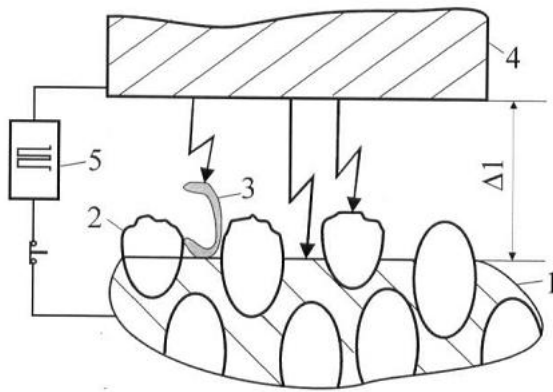
| Спосіб обробки | Оброблюваний матеріал | $R_a$ , мкм | $\bar{O}_{\phi 0}$ |
|----------------|-----------------------|-------------|--------------------|
| Прототип       | СКМ-Р                 | 0,1         | 60                 |
|                | Волкар                | 0,14        | 20                 |
| Запропонований | СКМ-Р                 | 0,025       | 45                 |
|                | Волкар                | 0,12        | 15                 |

Як видно з даних таблиці, запропонований спосіб забезпечує рівень якості, не нижче ніж спосіб згідно з прототипом, причому при меншому значенні штучного часу на обробку ( $a$ , отже, і собівартості обробки), що зв'язане, у тому числі і з відсутністю необхідності в заміні кругів при переході з одного етапу на інший, причому, чим твердіше оброблюваний матеріал, тим вигідніше відрізняються показники у пропонованого способу.

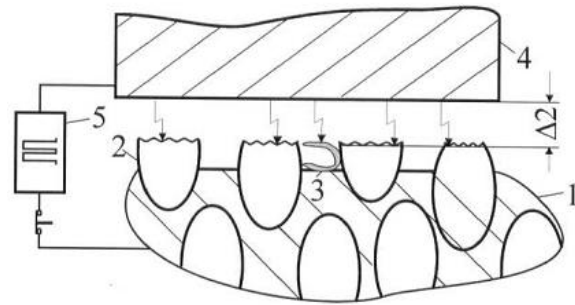
Джерела інформації:

1 Захаренко И.П., Савченко Ю.Я Алмазно-электролитическая обработка инструмента -К.: Наукова думка, 1978, 224 с.

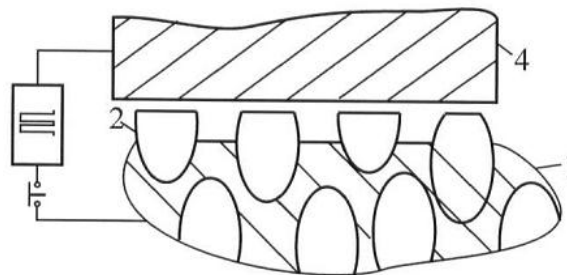
2 Полтавец В.В. Повышение степени управляемости технологической системой шлифования кругами из сверхтвердых материалов за счет воздействия на характеристики инструмента. Научные работы Донецкого национального технического университета. Секция машиностроения и машинознания. Вып. 6 (154). -Донецк: ДонНТУ, 2009, с 79-86.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3